



Obtención del espectro de absorción de antocianinas en frutillas mediante espectroscopía UV-visible

Obtaining the absorption spectrum of anthocyanins in strawberries by UV-visible spectroscopy

Esmeralda Reyes Sánchez ¹, David Cortés Ángeles ¹, Ibeth Cortés Ángeles ^{1,*}, Jesús Alberto Camacho Montoya ², Wilfrido García Ventura ¹

¹ Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca

* Autor de correspondencia: ibeth.asp@utsso.edu.mx; Tel: 9514600194

Fecha de Recepción: 01 de septiembre del 2025.

Fecha de Revisión: 26 de octubre del 2026.

Fecha de Publicación: 8 de mayo del 2026.

ISSN: 3061-838X

DOI: 10.82580/revateh.v2i2.20

Citación: Esmeralda Reyes Sánchez, David Cortés Ángeles, Ibeth Cortés Ángeles, Jesús Alberto Camacho Montoya, Wilfrido García Ventura. Obtención del espectro de absorción de antocianinas en frutillas mediante espectroscopía UV-visible. *Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán*, 2026, 2, 79-86.

Copyright: © 2026 por los autores. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

Resumen

Las frutillas en México poseen una relevancia económica y nutricional significativa, posicionando al país entre los principales productores mundiales junto con China, Estados Unidos, Turquía y España. Entre ellas, son la zarzamora, arándano y frambuesa destacan por su alta concentración de antioxidantes, antocianinas y ácidos esenciales, fibra, minerales y vitaminas, lo que las convierte en alimentos de gran valor para la salud. Las antocianinas, pigmentos naturales, responsables de tonalidades rojas, púrpuras y azules en muchas plantas permiten la absorción de luz y facilitan su identificación mediante técnicas espectroscópicas. Con el objetivo de determinar el espectro de absorción de los extractos de frutas, el presente estudio, realizado en Villa Sola de Vega, ha empleado dos métodos de destilación (reflujo y simple) para extraer compuestos tipo antocianinas. Posteriormente, se utilizó espectroscopía ultravioleta-invisible (UV-Vis) para registrar las longitudes de onda de máxima absorbancia, obteniéndose rangos de 470-530 nm para la zarzamora, 410-530 nm para la frambuesa y 420-540 nm para el arándano. Estos resultados evidencian variaciones en la absorbancia según la especie, lo que confirma la sensibilidad de la técnica para caracterizar compuestos fenólicos. Se concluye que la espectroscopía UV-Vis constituye una herramienta valiosa para la identificación y análisis de antocianinas, permitiendo generar información relevante para el aprovechamiento y valorización de frutos con alto contenido bioactivo.

Palabras clave: Absorción, Destilación, Espectro, Frutillas.



Abstract

Strawberries in Mexico are of significant economic and nutritional importance, positioning the country among the world's leading producers, along with China, the United States, Turkey, and Spain. Among them, blackberries, blueberries, and raspberries stand out for their high concentration of antioxidants, anthocyanins and essential acids, fiber, minerals, and vitamins, making them highly valuable foods for health. Anthocyanins, natural pigments responsible for the red, purple, and blue hues in many plants, allow for light absorption and facilitate their identification using spectroscopic techniques. With the aim of determining the absorption spectra of fruit extracts, this study, conducted in Villa Sola de Vega, employed two distillation methods (reflux and simple) to extract anthocyanin-type compounds. Subsequently, ultraviolet-invisible (UV-Vis) spectroscopy was used to record the maximum absorbance wavelengths, obtaining ranges of 470–530 nm for blackberry, 410–530 nm for raspberry, and 420–540 nm for blueberry. These results show variations in absorbance depending on the species, confirming the technique's sensitivity for characterizing phenolic compounds. It is concluded that UV-Vis spectroscopy is a valuable tool for the identification and analysis of anthocyanins, allowing the generation of relevant information for the use and valorization of fruits with high bioactive content.

Keywords: Absorption, Distillation, Spectrum, Strawberries.

1. Introducción

En las últimas décadas, la producción de frutillas ha experimentado un crecimiento sostenido a nivel mundial, impulsado tanto por su valor nutricional como por su alta demanda en mercados internacionales. México ocupa un lugar destacado en este sector, posicionándose como el cuarto productor global, con una participación del 7.79%, solo detrás de China (35.99%), Estados Unidos (24.58%) y Turquía (9.93%), y por encima de España (5.29%). En conjunto, estos países concentran el 83.60% de la producción mundial (Zamora, 2020). Dentro de este grupo de cultivos, la zarzamora (*Rubus fruticosus*), el arándano (*Vaccinium corymbosum*) y la frambuesa (*Rubus idaeus*) destacan por su elevado contenido de compuestos bioactivos, particularmente antioxidantes y antocianinas, que aportan beneficios a la salud humana y otorgan a los frutos su característico color. Las plantas, como organismos autótrofos, no solo llevan a cabo un metabolismo primario responsable de funciones vitales básicas, sino también un metabolismo secundario, a través del cual producen una amplia diversidad de compuestos de naturaleza química especializada. Dentro de estos, los compuestos fenólicos, y en particular los

flavonoides, cumplen funciones esenciales relacionadas con la defensa frente a factores bióticos y abióticos, así como en la pigmentación de flores y frutos. Los flavonoides se caracterizan por poseer un esqueleto de 15 átomos de carbono dispuestos en dos anillos aromáticos unidos por un puente de tres carbonos, y se clasifican según el grado de oxidación de este puente. Las antocianinas uno de los grupos más representativos, son responsables de tonalidades que varían desde el rojo intenso hasta el púrpura y azul, presentes en múltiples órganos vegetales (García, Pérez & Carril, 2009).

Más allá de su papel ecológico, las antocianinas han despertado interés en la industria alimentaria y farmacéutica debido a sus propiedades antioxidantes y su potencial para sustituir colorantes sintéticos de tonos rojos y azules, cuya seguridad para el consumo humano ha sido cuestionada (Landa, Granados, García, Tapia & Ocaranza, 2023). Esto las convierte en un recurso natural valioso con aplicaciones tanto en la formulación de alimentos funcionales como en el desarrollo de aditivos naturales.

Diversos métodos se han empleado para la extracción y caracterización de antocianinas, destacando técnicas como la destilación



simple y por reflujo, que permiten aislar estos compuestos preservando su estructura química. Una de las herramientas analíticas más utilizadas para su identificación es la espectroscopia ultravioleta-visible (UV-Vis), la cual permite determinar los espectros de absorción característicos en función de la estructura molecular de cada pigmento. La posición y forma de los picos de absorbancia están directamente relacionadas con el tipo y concentración de antocianinas presentes, lo que convierte a esta técnica en una opción precisa y no destructiva para la caracterización de frutos (Jurado-Dávila *et al.*, 2020).

El presente estudio tiene como propósito determinar el espectro de absorción de extractos de zarzamoras, arándanos y frambuesas obtenidos mediante destilación simple y de reflujo, con el fin de caracterizar los compuestos tipo antocianinas que contienen. La justificación de este trabajo radica en la necesidad de generar información científica que respalde el aprovechamiento y valorización de estos frutos, tanto en el ámbito agrícola como en el industrial, contribuyendo al desarrollo de productos de mayor valor agregado y a la diversificación de mercados.

En cuanto a los alcances, la investigación se centra en la caracterización espectral de antocianina en tres especies frutales cultivadas en México, utilizando métodos de laboratorio accesibles y reproducibles. Sin embargo, se reconoce como limitación que el análisis no contempla la identificación de estructuras químicas específicas ni la cuantificación exacta de cada antocianina lo que podría abordarse en estudios posteriores mediante técnicas cromatográficas o espectrometría de masas. En términos teóricos, este trabajo se sustenta en la química de compuestos fenólicos y en los principios ópticos que rigen la absorción de radiación electromagnética en la región UV-Vis, así como en el conocimiento previo generado por investigaciones sobre pigmentos vegetales y su relación con la fisiología y calidad postcosecha de frutos. Estudios como de He y Giusti (2010) y Castañeda-Ovando *et al.*, (2009) han

documentado la importancia de la espectroscopia UV-Vis para la evaluación rápida y efectiva de antocianinas, respaldando su aplicación en programas de investigación y control de calidad.

De esta manera, el trabajo aquí presentado se ubica en la intersección entre la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, aportando información relevante para la producción, procesamiento y aprovechamiento integral de frutillas con alto contenido bioactivo, en un contexto donde la demanda de ingredientes naturales sigue en crecimiento a nivel global.

2. Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y experimental ya que se manipularon variables independientes (tipo de fruto, solvente de extracción y método empleado) con el objetivo de evaluar sus efectos sobre la concentración de antocianinas. Se trató de una investigación aplicada, de carácter descriptivo y comparativo, debido a que se buscó obtener información útil para el aprovechamiento industrial de compuestos bioactivos presentes en frutos rojos. El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Villa Sola de Vega, ubicado en la región Sierra Sur del estado de Oaxaca, México en el laboratorio de la Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca ubicado en el Barrio La Soledad, Calle Magnolias S/N, Villa Sola de Vega.

Para el desarrollo del trabajo en campo la materia prima fue obtenida de la empresa Viva orgánica, especializada en la producción y exportación de frutos rojos. Las características de la materia prima se describen a continuación:

- Zarzamora (mures): cultivada en macro túneles con riego de goteo y tutoreo previo a la cosecha del año 2024 (3-4 meses de ciclo).
- Frambuesa (raspberries): cultivada en invernaderos bajo sistema hidropónico.
- Arándano (blueberries premium quality): cultivadas a campo abierto



bajo sistema hidropónico con fibra de coco.

Las muestras fueron almacenadas en clamshells de polietileno tereftalato (PET) y transportados al laboratorio en hieleras. Se mantuvieron en cámara de refrigeración ($0 \pm 0.5^\circ\text{C}$) hasta su procesamiento. El tiempo transcurrido entre la cosecha y la experimentación no superó la semana.

Tras la cosecha, se seleccionaron aleatoriamente las muestras pesando 10 g de cada frutilla con una báscula de precisión digital Santul® y posteriormente se trituraron en un mortero con pistilo hasta obtener una pasta homogénea y fueron añadidos 30 ml de dos solventes (agua destilada y etanol al 96%). Se seleccionaron frutos con grado de madurez comercial, el análisis espectrofotométrico se realizó con un espectrofotómetro HINOTEK® modelo 752, con rango de longitud de onda de 200 a 1000 nm. El encendido del equipo fue 10 minutos antes para la estabilización térmica y se calibró con los solventes usados como blancos.

Durante el proceso de extracción, para el caso de la destilación simple se colocó la pasta de fruto (10 g) en un matraz de fondo plano con 300 ml de solvente (agua o etanol), fue acoplada a la columna tipo vigreux para posteriormente calentarse por 20 minutos en estufa, se dejó enfriar a temperatura ambiente y fue filtrada con papel filtro MN DUREN®, la fracción líquida se depositó en celdas de cuarzo para su lectura en el espectrofotómetro. Para el caso de la destilación con reflujo (Soxhlet), se colocó la muestra triturada en un extractor Soxhlet con papel filtro utilizando 300 ml de agua (primer ensayo) y 300 ml de etanol 96% (segundo ensayo), el sistema se acopló con un tubo refrigerante y mangueras para circulación de agua, se calentó durante 80 minutos hasta obtener la concentración adecuada, tras enfriarse, la muestra filtrada se almacenó en tubos de ensayo para su lectura espectrofotométrica.

Para realizar la preparación para la lectura espectrofotométrica se ajustó el pH de la muestra con ácido acético ($\text{pH} = 3.2$) y

carbonato de sodio ($\text{pH} = 10.1$), agitando manualmente por 30 segundos; se manipularon celdas y tubos con guantes de nitrilo para evitar contaminación, registrando lecturas de absorbancia en intervalos de 10 nm entre 200 y 1000 nm. Los datos de absorbancia se registraron en Excel®, se calcularon los valores máximos de absorbancia en el rango de 500-550 nm, correspondiente al pico de antocianinas. Las curvas espectrales fueron graficadas y para comparar los tratamientos se desarrolló el análisis de varianza (ANOVA) de un factor (solvente vs. Concentración de antocianinas) y comparación de medias mediante prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) utilizando el software SAS 9.0®.

3. Resultados y discusión

En el rendimiento de extracción los resultados muestran que el mayor rendimiento en volumen de extracto se obtuvo empleando agua destilada como solvente en todos los frutos analizados. En la destilación simple, los volúmenes promedio obtenidos fueron de 250 ml para zarzamora, 280 ml para arándano y 275 ml para frambuesa, en comparación con los 230, 250 y 260 ml respectivamente obtenidos con etanol. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Khoo *et al.*, (2017), quienes señalan que las antocianinas, al ser compuestos hidrosolubles, presentan mayor extracción en solventes acuosos. De igual manera, Montelongo *et al.*, (2010) observaron que la eficiencia en la recuperación de metabolitos fenólicos aumenta con la selección adecuada del solvente, temperatura y tiempo de extracción. En el caso del método de destilación con reflujo (Soxhlet), no se observaron diferencias significativas en el volumen final entre ambos solventes, debido a que el sistema permite la extracción continua por condensación y recirculación del solvente, favoreciendo la eficiencia del proceso (González, 2018).

Las mediciones espectrofotométricas evidenciaron que las antocianinas tienen picos máximos de absorbancia en el rango de 470-550 nm, dependiendo del fruto y del



pH del medio. Para la zarzamora el pico más alto se registró entre 530-550 nm en condiciones ácidas (pH = 3.2), mientras que en medio alcalino (pH = 10.1) la intensidad del color disminuyó, atribuyéndose a la deprotonación del ion flavylum (**Figura 1**), lo que concuerda con lo reportado por López *et al.*, (2016) y Khoot *et al.*, (2017).

En la frambuesa, los picos de absorbancia aparecieron en 410 y 530 nm, mientras que

para el arándano se ubicaron entre 420 y 540 nm, siendo mayor la intensidad en medio ácido, lo cual confirma que las antocianinas son más estables y presentan un color rojo más intenso en soluciones con pH bajo (Ortega & Guerra, 2006). Las curvas espectrales obtenidas para cada tratamiento se muestran en las **Figuras 2 y 3**.

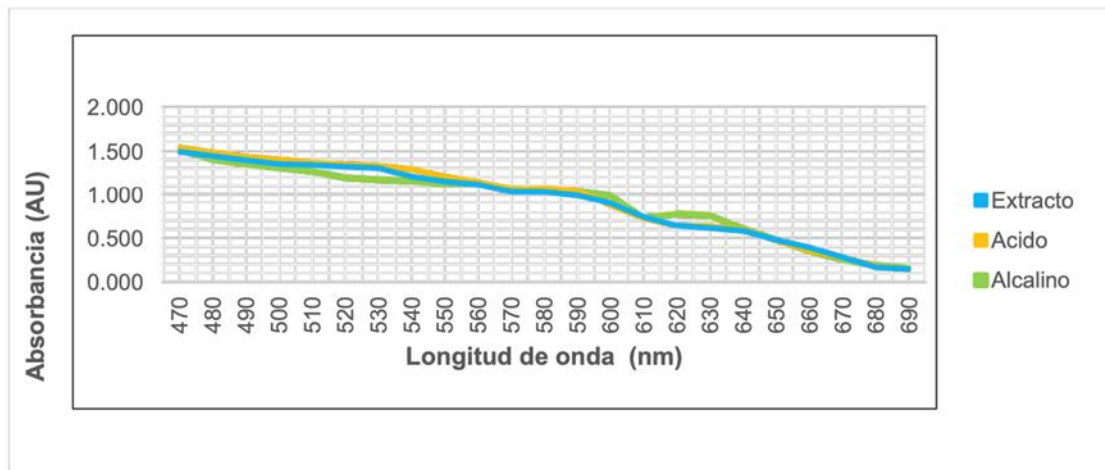


Figura 1. Espectro ultravioleta-visible de la zarzamora.

Fuente: Elaboración propia.

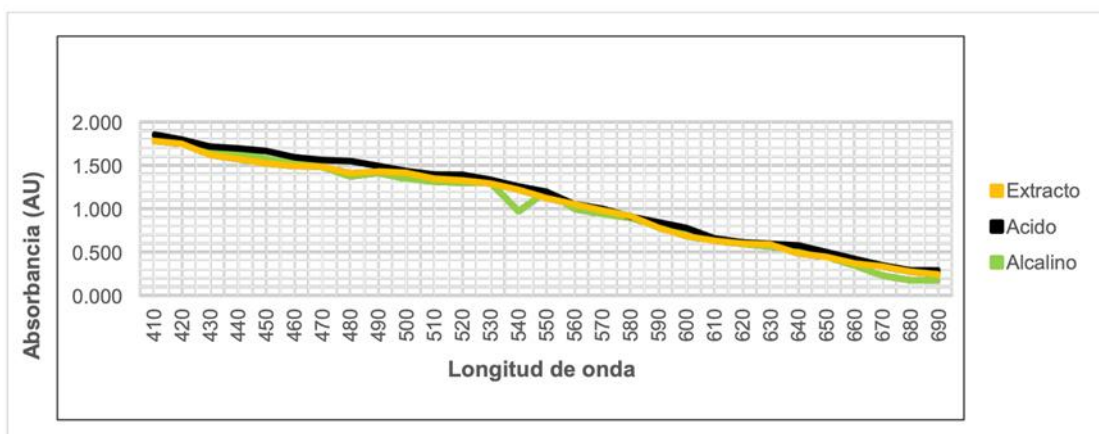


Figura 2. Espectro ultravioleta-visible de la frambuesa.

Fuente: Elaboración propia.

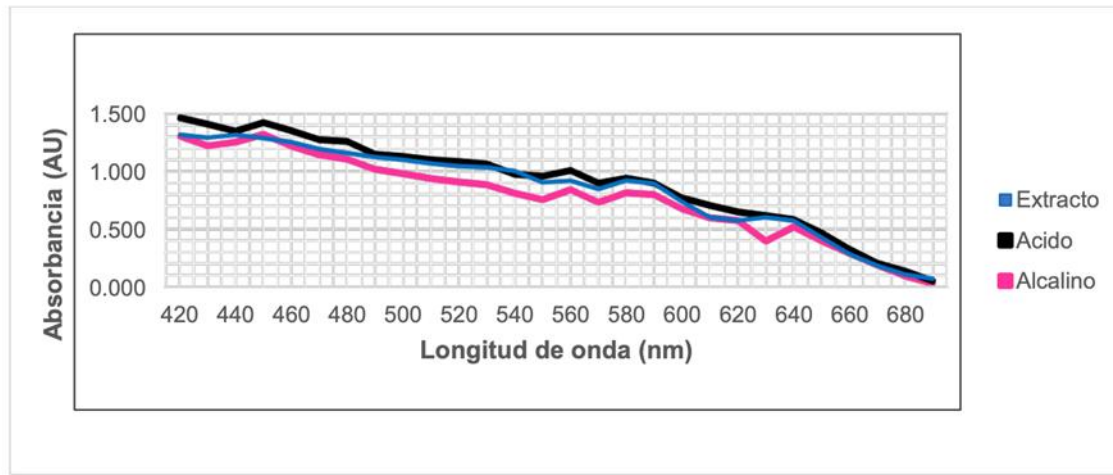


Figura 3. Espectro ultravioleta-visible del arándano.
Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 1** se muestra el análisis estadístico ANOVA de un factor (solvente vs. Concentración de antocianinas), donde se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que el tipo de solvente influyó de manera

directa en la concentración de antocianinas. La prueba de Tukey (**Tabla 2**) confirmó que el agua destilada obtuvo medias significativamente mayores en comparación con el etanol, sin diferencias relevantes entre los métodos de extracción.

Tabla 1. Resultados del análisis estadístico

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
Solvente	1	45.23	45.23	12.45	0.003*
Error	8	32.67	4.08		
Total	9	77.90			

FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios.
* $p \leq 0.05$ indica diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 2. Resultados de la prueba de Tukey.

Solvente	Media de antocianinas (mg/L)	Letra de agrupamiento*
Agua destilada	15.8	a
Etanol	10.4	b

*Medias con letras diferentes son significativamente distintas según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Estos resultados sugieren que la selección del solvente es un factor crítico para maximizar la recuperación de antocianinas, mientras que el método de extracción presenta menor impacto bajo las condiciones evaluadas. La mayor concentración de antocianinas en medio ácido coincide con estudios previos que reportan la estabilidad del ion flavylum a

pH bajos, lo que mantiene el color rojo característico y favorece su aplicación como colorante natural en bebidas (Ju & Howard, 2013).

Asimismo, los hallazgos reafirman que el uso de solventes acuosos no solo es más eficiente, sino que también es más seguro y económico para la obtención de compuestos bioactivos, representando una alternativa



viable para la industria alimentaria y farmacéutica, especialmente en la producción de pigmentos naturales y antioxidantes de alta pureza.

4. Conclusiones

El tipo de fruto, el solvente y el método de extracción influyen significativamente en la concentración de antocianinas.

El método Soxhlet con etanol 96% es el más eficiente para la extracción de estos compuestos.

Los resultados obtenidos aportan información relevante para la industria alimentaria y farmacéutica en el aprovechamiento de compuestos bioactivos.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Contribución de los autores: Conceptualización, E.R.S., I.C.A.; Metodología, D.C.Á.; Software, J.A.C.M.; Validación, I.C.A., D.C.Á., J.A.C.M., W.G.V.; Análisis formal, J.A.C.M.; Investigación, E.R.S.; Recursos, D.C.Á.; Curación de datos, E.R.S.; Preparación del manuscrito, E.R.S.; Revisión, edición y visualización, I.C.A., D.C.Á., J.A.C.M., W.G.V.; Supervisión, I.C.A.; Administración de proyectos, I.C.A. Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito

Agradecimientos: Los autores expresan su agradecimiento a Grupo Biomédico Meyer & PayCo S.A. de C.V. por el espacio brindado para la realización de la estadía, así como la valiosa asesoría y enseñanza que contribuyeron al aprendizaje de la alumna. A la Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca por el acceso y uso de sus laboratorios y la libertad de cátedra que hizo posible este trabajo.

Referencias

Castañeda -Ovando,A.,Pacheco-Hernández, M. de L.,Páez-Hernández,M.E., Rodríguez, J.A.,& Galán-Vidal, C.A. (2009).Chemical

studies of anthocyanins: A Review. Food Chemistry,113(4).859-871.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608010674>

García, A. Á., Pérez, E., & Carril, U. (2009). Metabolismo secundario de plantas. Obtenido de <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/26b94db5-92de-4aaf-8822-8f063c180904/content>

González, L. (2018). La Importancia de un sistema de extracción Soxhlet. Obtenido de <https://blog.analitek.com/la-importancia-de-un-sistema-de-extraccion-soxhlet-en-tu-laboratorio-0-1>

He,J.,& Giusti, M. M. (2010). Anthocyanins: Natural colorants whith health-promoting properties. Annual Review of Food Science and Technology, 1 (1), 163-187. <https://doi.org/10.1146/annurev.food.080708.100754>

Ju, Z. Y., & Howard, L. R. (2013). Effects of Solvent and Temperature on Pressurized Liquid Extraction of Anthocyanins and Total Phenolics from Dried Red Grape Skin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (18),5207-5213. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0302106>

Jurado-Dávila, I.V., Francisco-Cifuentes, D., Humberto-Hurtado, N. (2020). Evaluación de métodos de extracción de las antocianinas del fruto de *Eugenia malaccensis* y su caracterización por HPLC-ESI-MS. Revista Cubana de Química, 32, 45-60. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4435/443562886003/html/>

Khoo, H. E., Azlan, A., Teng, T., & Meng, L. S. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical. Obtenido de <https://foodandnutritionresearch.net/index.php/fnr/article/view/1257>



Landa, G. M., Granados, B. S., García, M. M., Tapia, L. L., & Ocaranza, S. E. (enero de 2023). Antocianinas y la magia del color: fuentes, beneficios y aplicaciones. Obtenido de *Revista de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional*: <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol24/pdf/vol-24-1.pdf>

Lopez D.S., Villacorta M. I., Prétel Vasquez C. (2016). Temperatura y tiempo de tratamiento térmico y el color de la pulpa de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.). (2016). *PUEBLO CONTINENTE*, 20(1), 167-173. <https://journal.upao.edu.pe/index.php/PuebloContinente/article/view/564>

Montelongo, R. G., Lobo, M., & González, M. (marzo de 2010). El efecto de la temperatura, el tiempo y el número de pasos de extracción sobre la capacidad antioxidante de los extractos metanólicos de cáscara de plátano. Obtenido de *Food Chemistry*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586610000067>

Ortega, G. M., & Guerra, M. (2006). Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químico-físicos. Parte II. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Obtenido de *Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químicofísicos*: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665001>

Zamora, A. V. (2020). Análisis de la demanda de frutillas en México: una aplicación del modelo de demanda, casi ideal (AIDS). Obtenido de *Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas*. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4418/Valdes_Zamora_A_MC_ISEI_Economia_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y